

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



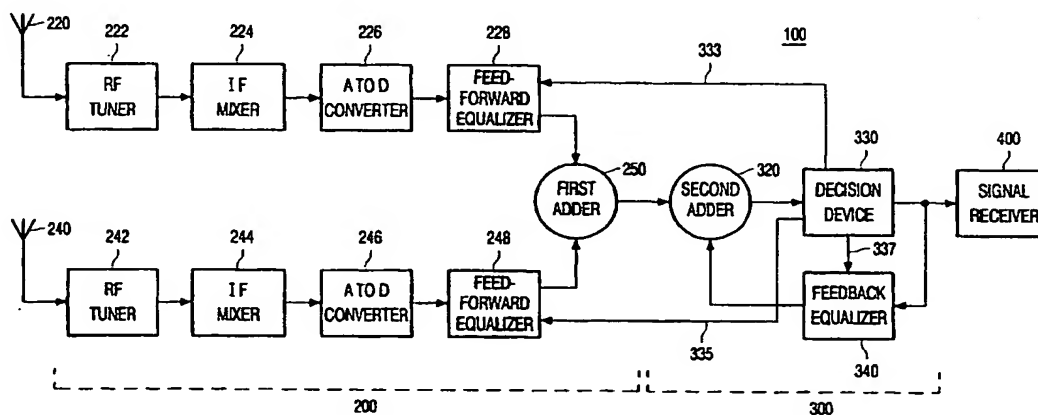
(43) International Publication Date
26 April 2001 (26.04.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/30011 A1

- (51) International Patent Classification⁷: H04L 1/06, 25/03, H04N 5/21, 5/44
- (21) International Application Number: PCT/EP00/09766
- (22) International Filing Date: 5 October 2000 (05.10.2000)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
09/422,733 21 October 1999 (21.10.1999) US
- (71) Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).
- (72) Inventor: MEEHAN, Joseph, P.; Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (74) Agent: DEGUELLE, Wilhelmus, H., G.; Internationaal Octrooibureau B.V., Prof Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (81) Designated States (*national*): JP, KR.
- (84) Designated States (*regional*): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- Published:**
— With international search report.
— Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments.
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

(54) Title: AN ADAPTIVE DIGITAL BEAMFORMING RECEIVER TO IMPROVE SIGNAL RECEPTION



(57) Abstract: There is disclosed an apparatus and method for improving signal reception in a signal receiver. The apparatus comprises a beamforming circuit and a decision feedback equalizer circuit. The beamforming circuit comprises two circuit branches with each circuit branch having a radio frequency (RF) tuner capable of being coupled to an antenna, an intermediate frequency (IF) mixer, and a feedforward equalizer circuit and an adder circuit. In the decision feedback equalizer circuit a decision device that is coupled to the output of said adder circuit modifies equalizer coefficients in said feedforward equalizer circuits to reduce an interfering signal by electronically forming a null in the direction of the interfering signal.

WO 01/30011 A1

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

H04N 7/015

(11) 공개번호 특2001-0093207

(43) 공개일자 2001년10월27일

(21) 출원번호 10-2001-7007881

(22) 출원일자 2001년06월21일

번역문제출일자 2001년06월21일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2000/09766

(87) 국제공개번호 WO 2001/30011

(86) 국제출원출원일자 2000년10월05일

(87) 국제공개일자 2001년04월26일

(81) 지정국

국내특허 : 일본 대한민국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스
독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크
모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스

(30) 우선권주장 09/422,733 1999년10월21일 미국(US)

(71) 출원인 코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.

네덜란드왕국, 아인드호펜, 그로네보르스베그 1

(72) 발명자 미한,요셉,피.

네덜란드아인드호펜엔에-5656아아홀스트란6

(74) 대리인 이병호

심사청구 : 없음

(54) 신호 수신을 향상시키기 위한 적응 디지털 빔형성 수신기

명세서

기술분야

본 발명은, 일반적으로, 안테나 시스템들 및 신호 수신기들에 관한 것이며, 특히, 디지털 TV 신호들(예컨대 ATSC 8-VSB 신호들)과 같은 신호들의 수신을 향상시키기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

많은 디지털 TV 수신기들은 내부 안테나들을 가지거나 옥내 안테나들에 연결되어 있다. 그러한 디지털 TV 수신기들의 경우, 실내의 장애물들에 의해 생성된 다수의 신호 반향(signal echo)들의 존재로 인해 양질의 신호를 수신하는데 있어서 문제들이 있을 수 있다. 상기 다수의 신호 반향들은 상기 안테나에 늦게 도달한 간섭 신호들(즉, 다중 경로 지연(multipath delay)들)이다. 상기 TV 수신기가 쉽게 접근 가능한 옥내 안테나에 연결된 경우, 상기 옥내 안테나는 주 신호(main signal)를 최대화하고 상기 주 신호의 여러 신호 반향들에 의해 생성된 원치 않는 간섭 신호들을 최소화하도록 수동으로 회전되거나 조절될 수 있을 것이다. 상기 TV 수신기가 쉽게 접근할 수 없는 내부 안테나를 갖는 경우, 소망하는 조절을 하기 위해서는 전체 TV 수신기를 수동으로 회전시키거나 조절하여야만 한다.

그러므로, 내부 안테나들을 갖는 TV 수신기들에 있어서 그리고 옥내에 위치한 안테나들에 연결된 TV 수신기들에 있어서 TV 신호의 수신을 향상시킬 필요가 있다. 그러한 TV 신호의 신호 수신을 향상시키기 위한 상기 소망하는 시스템은 상기 안테나 또는 상기 전체 TV 수신기 어느 것도 수동으로 조절할 것을 요구해서는 안된다.

발명의 상세한 설명

상기 논의된 종래 분야의 결점들을 처리하기 위해, 상기 TV 수신기의 안테나가 위치되는 실내에 있는 장애물들에 의해 생성된 다수의 신호 반향(signal echo)들의 존재로 인한 TV 수신기의 간섭 신호들을 최소화하기 위해 (또는 없애기 위해) TV 수신기 내의 TV 신호를 자동적으로 적응시키기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이 본 발명의 주된 목적이다.

본 발명의 장치 및 방법이 오로지 TV 신호를 향상시키는 것에만 한정되지 않는다는 점을 이해하는 것은 중요하다. 본 분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 원리들이 다른 형태의 신호들에도 역시 성공적으로 적용될 수 있다는 것을 쉽게 이해할 것이다. 그러나, 이하 본 명세서에서는, 설명의 목적을 위해 디지털 TV 신호들이 사용된다.

전형적인 디지털 TV 신호는 ATSC 8-VSB 신호이다. 상기 문자 ATSC는 미국 TV 표준 위원회(Advanced Television Standards Committee)를 말한다. 상기 숫자와 문자 8-VSB는 TV 신호가 8개의 잔류 측파대(vestigial sideband)를 갖는 TV 신호 변조 형식(modulation format)을 말한다. 전형적인 TV 신호 반송 주파수(television signal carrier frequency)는 470MHz에서 800MHz의 주파수 범위 내에 있다.

본 발명은 상기 신호 반향(signal echo)들을 최소화하기 위해(즉, 간섭들을 제거하기 위해) 주 신호(main signal)의 신호 반향들의 존재에 의해 손상된 TV 신호를 전기적으로 수정하기 위한 장치 및

방법을 제공한다. 신호의 그러한 전기적 수정을 빔형성(beamforming)이라 부른다.

본 발명의 양호한 실시예에서, 본 발명은 빔형성 회로 및 결정 피드백 등화기 회로(decision feedback equalizer circuit)를 포함한다. 상기 빔형성 회로는 (1)안테나, 중간 주파수(intermediate frequency: IF) 믹서(mixer), 및 피드포워드 등화기 회로(feedforward equalizer circuit)에 결합될 수 있는 고주파(radio frequency: RF) 튜너(tuner)를 가지는 각 회로 브랜치(circuit branch)를 가진 두 개의 회로 브랜치를 및 (2) 제 1 가산 회로(adder circuit)를 포함한다. 상기 빔형성 회로는 소망하는 신호의 방향으로 빔을 전기적으로 형성하고 간섭 신호의 방향으로 널(null)을 전기적으로 형성하기 위해 입력 신호들을 수정한다.

제 1 안테나는 제 1 고주파(RF) 튜너, 제 1 중간 주파수(IF) 믹서, 및 제 1 피드포워드 등화기 회로를 위한 제 1 아날로그-디지털 컨버터(analog-to-digital converter)를 통해 신호를 수신하고 상기 신호를 송신한다. 유사하게, 제 2 안테나는 제 2 RF 튜너, 제 2 IF 믹서, 및 제 2 피드포워드 등화기 회로를 위한 제 2 아날로그-디지털 컨버터를 통해 신호를 수신하고 상기 신호를 송신한다.

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로의 출력 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로의 출력은 제 1 가산 회로에서 함께 합산되며, 결정 피드백 등화기 회로에 대한 입력으로서 사용된다. 상기 빔형성 회로는 상기 제 1 가산 회로와 더불어 상기 제 2 RF 튜너로부터 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로까지의 상기 제 2 회로 브랜치와 함께 상기 제 1 RF 튜너로부터 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로까지의 상기 제 1 회로 브랜치를 포함한다.

상기 결정 피드백 등화기 회로(decision feedback equalizer circuit)는 제 2 가산 회로, 결정 장치(decision device) 및 피드백 등화기 회로(feedback equalizer circuit)를 포함한다. 상기 제 2 가산기는 상기 결정 피드백 등화기 회로의 제 1 요소이다. 상기 제 2 가산 회로는 상기 빔형성 회로의 제 1 가산 회로로부터 신호를 수신하고, 상기 결정 장치에 대한 입력 신호를 생성하기 위해 그 신호를 상기 피드백 등화기 회로로부터 온 신호와 결합한다. 상기 피드백 등화기 회로는 상기 결정 장치를 떠난 출력 신호를 샘플링(sampling)하기 위해 상기 결정 장치의 출력에 연결된다. 상기 피드백 등화기 회로는 위에서 언급된 바와 같이 상기 결정 장치에 대한 입력 신호를 생성하는데 사용하기 위해 상기 제 2 가산 회로에 상기 출력 신호의 수정된 형태를 되돌려 준다.

상기 결정 장치는 주 신호의 반향(echo)으로부터 발생하는 간섭 신호에 기인하는 상기 수신된 신호 내의 에러를 계산한다. 상기 결정 장치는 상기 신호에 대한 보정(correction)들을 계산하기 위해 적응 알고리즘(adaptation algorithm)을 사용한다. 상기 결정 장치는 소망하는 신호의 방향으로 빔(beam)을 전기적으로 형성하기 위해 그리고 간섭 신호의 방향으로 널(null)을 전기적으로 형성하기 위해 상기 신호에 그러한 보정들을 적용한다. 그 결과 신호 수신에 있어 상당한 개선을 가져온다.

상기 결정 장치는 또한 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로, 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로, 및 상기 피드백 등화기 회로(feedback equalizer circuit)에 결합된 제어선(control line)들을 갖는다. 상기 결정 장치는 상기 등화기 회로들의 동작 특성들을 변경하기 위해서 이들 세 개의 등화기 회로들 중 어느 하나 또는 전부 내의 계수들을 바꾸기 위해 상기 제어선들을 통해 제어 신호들을 전송할 수 있다.

비록 본 발명이 두 개의 안테나를 사용하는 방식으로 설명되었지만, 세 개 또는 그 이상의 안테나들을 사용하는 시스템에서 본 발명을 이용하는 것이 가능하다. 그러나, 세 개 또는 그 이상의 안테나들의 사용은 시스템으로 하여금 두 안테나 시스템 보다 더 복잡하고 더 비용이 들도록 한다.

앞서 말한 것은 본 분야에서 숙련된 자들이 다음에 있을 본 발명에 대한 상세한 설명을 보다 잘 이해할 수 있도록 본 발명의 특징들 및 기술적 이점들을 다소 넓게 요약하였다. 본 발명의 추가적인 특징들 및 이점들은 이후에 본 발명의 청구항들의 주제를 형성하도록 기술될 것이다. 본 분야에서 숙련된 자들은 본 발명과 동일한 목적들을 수행하기 위해 다른 구조들을 변경하거나 설계하기 위한 기초로서 상기 공개된 개명 및 특정 실시예를 쉽게 이용할 수 있음을 인정해야 할 것이다. 본 분야에서 숙련된 자들은 또한 그러한 동등한 구성들이 가장 넓은 형태에서 본 발명의 정신과 범위를 벗어나는 것이 아님을 이해하여야 할 것이다.

발명의 상세한 설명을 시작하기 전에, 본 특허 문서를 통해 사용된 특정 단어 및 구문들의 정의를 설명하는 것이 좋을 것이다: '포함한다' 및 '구성된다'라는 말과 그 파생어는 제한 없는 포함을 의미한다: '또는'이라는 말은 포함적이고, 및/또는을 의미한다: '관련된' 및 '결합된'이라는 말과 그 파생어는 포함하는, 포함되는, 상호결합, 담고있는, 담겨있는, 연결하는, 결합하는, 전달할 수 있는, 협력하는, 삽입하는, 병치하는, 가까운, 결합된, 가지는, ...의 특성을 가지는 등의 의미될 수 있다: '제어기(controller)'라는 말은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 또는 소프트웨어, 또는 그들 중 적어도 두 개 이상의 어떤 결합으로 구현될 수 있는 장치와 같은, 적어도 하나의 동작을 제어하는 장치, 시스템, 또는 그 부품을 의미한다. 어떤 특정한 제어기와 관련된 기능성은 지역적이든 원격적이든 간에 집중적일 수도 있고 분산될 수도 있다는 점을 유의하여야 한다. 특정 단어 및 구문들에 대한 정의들은 본 특허 문서 전체를 통해 제공된다. 본 분야에서 통상의 기술을 가진 자들은, 대부분은 아닐지라도, 많은 예들에서 그러한 정의된 단어 및 구문들의 장래의 사용뿐만 아니라 이전에도 그러한 정의들이 적용된다는 점을 이해해야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명인 적응 디지털 빔형성 수신기의 블록도이다.

도 2는 본 발명이 구현될 수 있는 고해상 TV(high definition TV) 신호 수신기의 블록도이다.

도 3은 비디오 장치(video device)의 신호 수신기에 있어서의 본 발명에 대한 실시예의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 전형적인 적응 빔형성 수신기의 동작을 설명하는 흐름도이다.

실시예

아래에서 논의된 도 1 내지 4 및 본 특허 문서에서 본 발명의 원리들을 설명하는데 사용된 여러 가지 실시예들은 단지 예를 위한 것이며, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석하여서는 안된다. 본 분야에서 숙련된 자들은 본 발명의 원리들이 어떤 적절하게 정렬된 신호 수신기에서도 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

도 1은 본 발명의 양호한 실시예에 따른 적응 디지털 빙형성 수신기(adaptive digital beamforming receiver: 100)를 도시한다. 본 발명의 본 실시예에서, 본 발명은 빙형성 회로(beamforming circuit: 200) 및 결정 피드백 등화기 회로(decision feedback equalizer circuit: 300)를 포함한다. 상기 빙형성 회로(200)는 두 개의 브랜치(branch)들을 포함한다. 상기 빙형성 회로(200)의 제 1 브랜치는 안테나(220)에 결합될 수 있는 고주파(radio frequency: RF) 튜너(tuner: 222)를 포함한다. RF 튜너(222)는 중간 주파수(intermediate frequency: IF) 믹서(mixer: 224)에 결합된다. RF 튜너(222) 및 IF 믹서(224)는, 함께, 상기 수신된 RF 신호를 아날로그 기저대역(baseband) 신호로 저역-변환(down-convert)한다. IF 믹서(224)는 상기 아날로그 기저대역을 디지털 기저대역 신호로 변환하는 아날로그-디지털 컨버터(analog-to-digital converter: 226)에 결합된다. 아날로그-디지털 컨버터(226)는 피드포워드 등화기 회로(feedforward equalizer circuit: 228)에 결합된다. 결정 장치(decision device: 330)의 제어 하에, 피드포워드 등화기 회로(228)는 소망하는 신호의 방향으로 빔(beam)을 형성하기 위해 그리고/또는 간섭 신호(interfering signal)의 방향으로 널(null)을 형성하기 위해 상기 입력 신호를 수정한다.

유사하게, 상기 빙형성 회로(200)의 제 2 브랜치는 안테나(240)에 결합될 수 있는 고주파(RF) 튜너(242)를 포함한다. RF 튜너(242)는 중간 주파수(IF) 믹서(244)에 결합된다. IF 믹서(244)는 아날로그-디지털 컨버터(246)에 결합된다. 아날로그-디지털 컨버터(246)는 피드포워드 등화기 회로(248)에 결합된다. 결정 장치(330)의 제어 하에, 피드포워드 등화기 회로(248)는 소망하는 신호의 방향으로 빔(beam)을 형성하고 간섭 신호의 방향으로 널(null)을 형성하기 위해 상기 입력 신호를 수정한다.

피드포워드 등화기 회로(228)로부터의 출력 신호 및 피드포워드 등화기 회로(248)로부터의 출력 신호는 제 1 가산 회로(adder circuit: 250)에 결합된다. 제 1 가산 회로(250)는 피드포워드 등화기 회로(228) 및 (248)들로부터의 상기 출력 신호들을 함께 합한다. 제 1 가산 회로(250)에 의한 신호들의 합산(addition)에 기인하는 상기 신호는 소망하는 신호의 방향으로 빔을 형성하기 위해 수정되고 또한 간섭 신호의 방향으로 널(null)을 형성하기 위해 수정된 각각 두 개의 분리된 신호들의 결합을 나타내기 때문에 개선된 신호이다. (간섭에 의해) 상기 신호들 중 하나로부터 놓치고 있었을 수도 있는 신호 정보는 다른 신호에 존재하였을 수도 있으며, 그 역 또한 마찬가지이다. 상기 두 신호들의 추가적인 결합은 다중경로 지연(multipath delay)들로 인한 간섭 신호들의 효과들에 보다 덜 민감한 개선된 신호를 만든다.

안테나(220 및 240)들은 수직, 단일 쌍극자(single dipole), 전방향(omni-directional) 안테나들일 수 있다. 상기 안테나(220 및 240)들의 간격은 수신된 신호의 파장(wavelength)의 1/20 배 내지 수신된 신호의 파장의 1 배의 범위일 수 있다. 예컨대, 470MHz의 반송 주파수(carrier frequency)의 경우에 있어, 안테나(220 및 240)들의 최대 간격은 약 0.63 미터 또는 24.0 인치일 수 있다. 그러므로, 안테나(220 및 240)들은 본 발명을 이용하는 TV 수신기의 내부 안테나의 구성 요소들로서 사용될 수 있다.

RF 튜너(222 및 242)들, IF 믹서(224 및 244)들, 및 아날로그-디지털 컨버터(226 및 246)들은 모두 통상적인 형태의 종래 분야에서 알려진 장치들일 수 있다.

제 1 피드포워드 등화기 회로(228)는 안테나(220)에 의해 수신된 신호의 디지털 형태를 제 1 아날로그-디지털 컨버터(226)로부터 수신한다. 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)는 신호가 분산 채널(dispersive channel)을 통과하여 전송될 때 신호가 얻을 수도 있는 진폭 및 위상에 있어서의 왜곡(distortion)들에 대한 보정을 위한 회로(도시되지 않음)를 포함한다. 이 경우에, 상기 분산 채널은 대기(atmosphere)이다.

많은 다양한 종류의 종래의 피드포워드 등화기 회로들이 본 발명의 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)로서 사용될 수 있다. 가장 간단한 종류의 등화기 회로들 중 하나는 선형 횡단 등화기(Linear Transversal Equalizer)이다. 상기 선형 횡단 등화기는 N 개의 탭 점(tap point)들을 가지는 탭핑된 지연선(tapped delay line)에 있는 입력 신호의 값들을 샘플링하고, 이들 샘플링된(sampled) 값들을 N 개의 수치 계수(numerical coefficient)들로 곱한 후, 상기 신호를 표현하기 위해 그 결과적인 값들을 합한다. 상기 수치 계수들은 가중치 인자(weight factor)들을 나타내는 수들이다. 수치 계수들의 수는 1 개 내지 100 개 또는 그 이상의 범위일 수 있다. 상기 결과적인 신호는 다음과 같이 수학적으로 나타내 진다:

$$y_n = \sum_{i=1}^N a_{1,i} x_{1,n-i}$$

여기서 y_n 은 출력, $x_{1,n}$ 은 제 1 안테나(220)로부터 온 입력 신호의 n번째 표본(sample), $a_{1,i}$ 는 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)의 계수들이고, N은 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에 있는 계수들의 개수이다. 상기 계수를 조절함으로써, 원치 않는 간섭 신호의 방향으로 패턴 널(pattern null)을 위치시키도록 전체적인 신호 패턴을 수정하는 것이 가능하다.

유사하게, 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)는 안테나(240)에 의해 수신된 신호의 디지털 형태를 제 2 아날로그-디지털 컨버터(246)로부터 수신한다. 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)는 구조 및 기능에 있어서 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)와 동일할 수 있다. 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)의

출력 신호는 다음과 같이 수학적으로 나타내 진다:

$$y_n = \sum_{i=1}^N a_{2,i} x_{2,n}$$

여기서 y_n 은 출력, $x_{2,n}$ 은 제 1 안테나(240)로부터 온 입력 신호의 n 번째 표본(sample), $a_{2,i}$ 는 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)의 계수들이고, N 은 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에 있는 계수들의 개수이다.

본 명세서에서 상기 선형 횡단 등화기의 사용은 본 발명을 등화기의 특정 종류에 한정하는 것이 아님은 물론이다. 다른 종류의 등화기들이 본 발명을 실행하는데 사용될 수 있다.

본 발명의 결정 피드백 등화기 회로(300)는 제 2 가산 회로(320), 결정 장치(330), 및 피드백 등화기 회로(340)를 포함한다. 결정 피드백 등화기 회로(300)의 제 2 가산 회로(320)는 빙형성 회로(200)의 제 1 가산 회로(250)에 결합된다. 상기 제 2 가산 회로(320)는 피드포워드 등화기 회로(228)로부터 온 출력 신호와 피드포워드 등화기 회로(248)로부터 온 출력 신호의 합(sum) 신호를 상기 제 1 가산 회로(250)로부터 수신한다. 아래에서 보다 충분히 기술되겠지만, 제 2 가산 회로(320)는 또한 피드백 등화기 회로(340)로부터 온 입력 신호를 수신한다.

제 2 가산 회로(320)는 결정 장치(330)에 결합된다. 결정 장치(330)는 디지털 신호 처리기(digital signal processor: DSP)일 수도 있고 또는 다른 비슷한 유형의 전자 제어 장치(electronic controller device)일 수도 있다. 결정 장치(330)는 제 2 가산 회로(320)로부터 신호를 수신한다.

결정 장치(330)는 두 개의 동작을 수행한다. 제 1 동작은 입력 기호(symbol)가 어떤 유효한 기호에 가장 가까운지를 판단하는 것이다(이 경우에, 8-PSK 신호의 8-levels). 이는 스플라이서(splicer)라고 불릴 수 있다. 상기 피드백 등화기 회로(340)에 넘겨지는 것은 이러한 유효한 기호(즉, 상기 결정 출력)이다. 결정 장치(330)의 제 2 동작은 상기 결정 장치 입력과 상기 결정 장치 출력의 차이(즉, 기호 오차)에 기초한다. 상기 기호 오차(symbol error)는 결정 지시된 적응 알고리즘(decision directed adaptation algorithm)(예컨대, 최소 자승 알고리즘(Least Mean Squares Algorithm)) 또는 블라인드 적응 알고리즘(blind adaptation algorithm)(예컨대, Constant Modulus Algorithm)에서 결정 장치 입력에서의 평균 제곱 오차(Mean Square Error: MSE)를 감소시키도록 상기 등화기 계수들을 갱신시키는데 사용된다.

결정 장치(330)는 종래의 분야에서 잘 알려진 많은 등화기 적응 알고리즘들 중 어느 하나를 사용할 수 있다. 본 발명의 양호한 실시예에서, 사용된 상기 등화기 적응 알고리즘은 상기 최소 자승(LMS)법이다. 이를 LMS 알고리즘이라고 부른다. 이용 가능한 또 하나의 등화기 적응 알고리즘은 순환 최소 자승(Recursive Least Squares: RLS)법을 사용한다. 이를 RLS 알고리즘이라고 부른다. 다른 유사한 알고리즘들이 또한 사용 가능하다. 본 발명의 양호한 실시예에 대한 상기 기술은 본 발명의 개념에 따라 사용될 수 있는 알고리즘의 유형을 제한하고자 하는 것이 아니다.

상기 적응 알고리즘은 신호의 진폭 및 위상에 있어서의 오차의 양을 계산한다. 그런 후, 상기 적응 알고리즘은 상기 오차들을 보정하기 위해 필요한 보정의 양을 계산한다. 상기 결정 장치(330)는, 그런 후, 제 1 피드포워드 등화기(228), 제 2 피드포워드 등화기(248), 및 피드백 등화기(340)에 있는 계수들의 값들을 변경한다. 이러한 방법으로 결정 장치(330)는 소망하는 신호의 방향으로 빔(beam)을 전기적으로 형성하고 간섭 신호의 방향으로 널(null)을 전기적으로 형성함으로써 개선된 신호를 생성하도록 신호를 수정한다.

피드백 등화기 회로(340)는 결정 장치(330)의 출력 신호를 샘플링하기 위해 결정 장치(330)의 출력에 결합된다. 피드백 등화기 회로(340)는 또한 제 2 가산 회로(320)의 입력에 결합된 출력을 가진다. 이는 제 2 가산 회로(320)가 피드백 등화기 회로(340)의 출력 신호를 이용할 수 있게 한다. 제 2 가산 회로(320)는 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)로부터 온 출력 신호와 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)로부터 온 출력 신호의 합 신호에서 피드백 등화기 회로(340)의 출력 신호를 뺀다.

피드백 등화기 회로(340)는 또한 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)와 동일한 형태 및 구조를 가질 수 있다. 피드백 등화기 회로(340)의 출력 신호는 다음과 같이 수학적으로 나타내 진다:

$$y_n = \sum_{k=1}^M b_k x_{n-k}$$

여기서 y_n 은 출력, y_{n-k} 는 상기 결정 장치(330)로부터 온 입력 신호, b_k 는 피드백 등화기 회로(340)의 계수이고, M 은 피드백 등화기 회로(340)에 있는 계수들의 개수이다.

그러므로, 결정 장치(330)에 대한 입력 신호는 다음의 수학적 표현에 의해 주어진다:

$$x_n = \left(\sum_{i=1}^N a_{1,i} x_{1,n} + \sum_{j=1}^N a_{2,j} x_{2,n} \right) - \sum_{k=1}^M b_k x_{n-k}$$

여기서 y_n 은 평가된 출력, $x_{1,n}$ 은 제 1 안테나(220)로부터 온 입력 신호의 n 번째 표본, $x_{2,n}$ 은 제 2 안테나(240)로부터 온 입력 신호의 n 번째 표본이고, y_{n-k} 는 상기 결정 장치(330)로부터 온 입력 신호이다. 상기 값 $a_{1,i}$ 는 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)의 계수들이고, 값 $a_{2,j}$ 는 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)의 계수들이며, b_k 는 상기 피드백 등화기 회로(340)의 계수들이다. N 은 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에 있는 계수들의 개수이고, M 은 상기 피드백 등화기 회로(340)에 있는 계수들의 개수이다. 이러한 표현은 상기 결정 장치(330)에 대한 입

력을 나타낸다.

결정 장치(330)는 상기 세 개의 등화기 회로들, 즉, 제 1 피드포워드 등화기 회로(228), 제 2 피드포워드 등화기 회로(248), 및 피드백 등화기 회로(340) 각각의 계수들에 대한 보정된 값들을 결정하기 위해서 선형방정식들의 집합을 연속적으로 설정하고 풀기 위해 y_n 에 관한 상기 언급된 입력 값을 이용한다.

어떤 등화기의 (탭 가중치들이라고도 불리는)상기 계수들은 다음에 따라 평균 제곱 오차(MSE), ϵ_k ,를 최소화하기 위해 조정될 수 있다:

$$\hat{x}_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_k(n)$$

여기서 x_k 는 전송된 k 번째 정보 기호(information symbol)이고, \hat{x}_k 는 상기 등화기의 출력에서의 k 번째 기호의 추정(estimate)이다. 상기 추정된 기호 \hat{x}_k 는 다음과 같이 표현된다:

$$\hat{x}_k = \sum_{j=0}^{N-1} d_j x_k(n)$$

여기서 x_k 는 샘플링된 채널 출력이고 d_j 는 상기 등화기 계수들이다.

선형방정식들의 집합은 평균-제곱 추정(mean-square estimation)에 있어 직교성(orthogonality) 원리를 기초로 설정될 수 있다. 상기 등화기 계수들, d_j ,은, 다음과 같이, 전송된 기호 열(symbol sequence)의 컬레 복소수에 상기 평균-제곱 오차(MSE), ϵ_k ,가 직교하도록 선택된다:

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k(n) x_k^*(n-m) = 0, \quad -\infty < m < \infty$$

여기서 d_j 는 상기 등화기 계수들이고, x_j 는 상기 등화기 입력들이며, x_j^* 는 컬레 복소수, $E(X)$ 는 기대된 값, \hat{x}_k 는 상기 등화기의 추정된 출력이다. 이 방정식은 입력과 예상된 신호 사이의 교차 상관관계 함수(cross correlation function) 및 상기 입력 신호의 통계적 자동 보정 함수를 포함한다.

상기 선형 연립 방정식들은 최적의 등화기 탭 계수들을 찾기 위해서 풀려야 한다. 이는 N 개의 탭 등화기(tap equalizer)에 대해, 풀려야 할 N 개의 선형 연립 방정식들이 존재한다는 것을 의미한다.

최소 자승(LMS) 알고리즘과 같은 적응 알고리즘은 상기 방정식을 풀기 위해 사용된다. LMS 알고리즘에서, 평균 제곱 오차(MSE)의 기울기(gradient)의 추정이 발견될 수 있으며, MSE가 최소값에 보다 가깝게 이동하도록 상기 탭 값들을 갱신하기 위해 이것의 반대가 취하여 질 수 있다. 상기 LMS 알고리즘은 다음의 방정식으로 표현된다:

$$d_n(k+1)=d_n(k)-\Delta e_k x^*(kT-nT), \quad n=0,1,2,\dots,N-1;$$

여기서, $d_n(k)$ 는 시간 k에서의 n 번째 등화기 탭이고, T는 신호 간격이며, e_k 는 오차 신호, Δ 는 가변 적응 상수(계단 크기)이다. 상기 값 $e_k x^*(kT-nT)$ 는 상기 데이터로부터 얻은 기울기 벡터의 평가이다.

상기 LMS 알고리즘은 상기 신호의 통계나 잡음에 대한 지식을 요구하지 않는다. 새로운 등화기 계수는 상기 계수의 이전 값 빼기 오차 함수로부터 추론된다. Δ 가 클수록 수렴이 더 빠르고, Δ 가 작을수록 수렴이 더 느리다. 상기 LMS 알고리즘은 구현하기는 쉽지만 수렴이 느리다.

결정 장치(330)가 상기 등화기 회로들에 대한 새로운 등화기 계수들을 계산한 후에, 결정 장치(330)는 제어선(control line: 333)을 통해 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에 새로운 등화기 계수를 보낸다. 결정 장치(300)는 또한 제어선(335)을 통해 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에 그리고 제어선(337)을 통해 피드백 등화기(340)에 새로운 등화기 계수들을 보낸다. 상기 평균 제곱 오차가 최소화될 때까지 상기 반복 처리가 계속된다. 이러한 방법으로, 상기 결정 장치(330)는 신호 수신기(400)를 위한 개선된 신호를 생성한다.

본 발명이 비디오 장치(video device)에서 어떻게 작용하는지를 명확하게 보이기 위해, 비디오 장치가 간단하게 기술될 것이다. 설명의 목적을 위하여, 기술될 상기 비디오 장치는 고해상도 TV 신호 수신기(high resolution television signal receiver)이다. 본 발명은 TV 신호 수신기만 사용되는 것으로 제한되지 않으며 개인용 컴퓨터 모니터, 랩탑 컴퓨터 모니터, 휴대용 컴퓨터 모니터, 휴대용 비디오 장치, 기타 비디오 신호를 표시할 수 있는 어떤 유형의 장치도 제한 없이 포함하는 어떤 유형의 비디오 장치에도 사용될 수 있다는 점을 기억하고 있어야 한다.

도 2는 본 발명이 구현될 수 있는 고해상도 TV 신호 수신기(500)의 블록도이다. 상기 TV 신호는 안테나(520)에 의해 수신되어 RF 튜너(522)로 보내지며, 그런 후, IF 믹서(524)에 보내진다. 상기 신호는, 그런 후, 복조기 및 채널 디코더 회로(demodulator and channel decoder circuit: 526)로 보내진다. 그런 후, 상기 신호는 신호의 오디오, 비디오 및 데이터 부분들이 각각 분리되는 전달 디멀티플렉서 및 복호화 회로(transport demultiplexer and decryption circuit: 530)로 보내진다. 상기 신호의 비디오 부분은 비디오 디코더(video decoder: 540)로 보내진다. 상기 신호의 오디오 부분은 오디오 디코더(audio decoder: 542)로 보내진다. 상기 신호의 데이터 부분은 데이터 디코더(data decoder: 544)로 보내진다. 상기 신호의 비디오 부분은 비디오 디스플레이 회로(550)로 보내지고, 상기 신호의 오디오 부분은 오디오 스피커 유닛(552)으로 보내진다.

도 3은 비디오 장치(600)에서의 본 발명에 대한 실시예의 블록도이다. 상기 비디오 장치(600)는 제 1 안테나(520) 및 제 2 안테나(521)를 가진 TV 신호 수신기이다. 상기 TV 신호 수신기(500)의 RF 튜너(522) 및 IF 믹서(524)는 본 발명의 빙형성 회로(200) 및 결정 피드백 등화기 회로(300)로 교체된다. 도 3에

도시된 상기 비디오 장치(600)는 본 발명의 전형적인 적응 디지털 빔형성 수신기이다.

비디오 장치(600)에서 결정 피드백 등화기 회로(300)는 MPEG-2 디코더(620)에 본 발명의 개선된 신호를 보낸다. 상기 신호의 비디오 부분은 비디오 디스플레이 유닛(630)으로 보내진다. 상기 신호의 오디오 부분은 오디오 스피커(640)로 보내진다.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 전형적인 적응 디지털 빔형성 수신기의 동작을 설명하는 흐름도이다. 단계(700)는 제 1 안테나로부터 온 제 1 아날로그 신호를 복조하는 단계를 포함한다. 단계(702)는 상기 제 1 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계를 포함한다. 단계(704)는 상기 제 1 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 1 피드포워드 등화기에서 상기 제 1 신호를 수정하는 단계를 포함한다.

유사하게, 단계(706)는 제 2 안테나로부터 온 제 2 아날로그 신호를 복조하는 단계를 포함한다. 단계(708)는 상기 제 2 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계를 포함한다. 단계(710)는 상기 제 2 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 2 피드포워드 등화기 회로에서 상기 제 2 신호를 수정하는 단계를 포함한다.

단계(712)는 상기 수정된 제 1 신호 및 상기 수정된 제 2 신호를 더하는 단계를 포함한다. 단계(714)는 개선된 신호를 생성하기 위해 피드백 등화기 회로로부터 온 피드백 신호를 상기 수정된 제 1 신호와 상기 수정된 제 2 신호의 합에 더하는 단계를 포함한다.

단계(716)는 적응 알고리즘을 가지는 결정 장치에서 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로의 계수들을 조절함으로써, 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로의 계수들을 조절함으로써, 그리고 상기 피드백 등화기 회로의 계수들을 조절함으로써 개선된 신호를 수정하는 단계를 포함한다.

비록 본 발명이 상세히 설명되었지만, 본 분야에서 숙련된 자들은 가장 넓은 형태에서 본 발명의 정신과 범위를 벗어남 없이 여기에서 다양한 변경, 대체, 및 개조를 할 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

산업상 이용가능성

본 발명은 특히 디지털 TV 신호들(예컨대 ATSC 8-VSB 신호들)과 같은 신호들의 수신을 향상시키기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 그러한 디지털 TV 수신기들의 경우, 실내의 장애물들에 의해 생성된 다수의 신호 반향(signal echo)들의 존재로 인해 양질의 신호를 수신하는데 있어서 문제들이 있을 수 있다. 본 발명은 상기 TV 수신기의 안테나가 위치되는 실내에 있는 장애물들에 의해 생성된 다수의 신호 반향(signal echo)들의 존재로 인한 TV 수신기의 간섭 신호들을 최소화하기 위해 (또는 없애기 위해) TV 수신기 내의 TV 신호를 자동적으로 적응시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제 1 안테나(220)로부터 온 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 상기 신호를 수정할 수 있는 등화(equalization) 회로를 포함하는, 상기 제 1 안테나(220)에 결합될 수 있는 제 1 피드포워드 등화기 회로(228):

제 2 안테나(240)로부터 온 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 상기 신호를 수정할 수 있는 등화(equalization) 회로를 포함하는, 상기 제 2 안테나(240)에 결합될 수 있는 제 2 피드포워드 등화기 회로(248):

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에 결합된 제 1 입력 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에 결합된 제 2 입력을 가지는 가산기(250, 320)로서, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)로부터 온 상기 수정된 신호와 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)로부터 온 상기 수정된 신호를 합할 수 있는 상기 가산기(250, 320); 및

상기 가산기(250, 320)의 출력에 결합되어 상기 가산기(250, 320) 출력 상의 신호를 모니터링 할 수 있는 결정 장치(330)로서, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248) 중 적어도 하나로부터 온 간섭 신호들을 감소시키기 위해, 상기 가산기(250, 320) 출력 신호의 값에 응답하여, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서의 등화기 계수들을 수정하는 상기 결정 장치(330)를 포함하는,

상기 제 1 안테나(220) 및 상기 제 2 안테나(240)를 가지는 신호 수신기(100)에서 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 결정 장치(330)의 출력 신호를 수정하는 등화 회로를 포함하는, 상기 결정 장치(330)에 결합된 피드백 등화기 회로(340)로서, 상기 가산기(250, 320)의 제 3 입력은 상기 피드백 등화기 회로(340)의 출력과 결합된, 상기 피드백 등화기 회로(340)를 더 포함하는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 결정 장치(330)는 적응 알고리즘을 실행할 수 있는 마이크로프로세서(microprocessor)를 포함하는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 적응 알고리즘은 최소 자승법(least mean squares method)을 이용하는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 마이크로프로세서는 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228), 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248), 및 상기 피드백 등화기 회로(340)에서의 상기 등화기 계수들을 조절할 수 있는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228), 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248), 및 상기 피드백 등화기 회로(340) 중 적어도 하나는 선형 횡단 등화기(linear transversal equalizer)를 포함하는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)는 상기 제 1 안테나(220)로부터 온 RF 신호를 수신하고 디지털 기저대역(baseband) 신호로 상기 RF 신호를 변환할 수 있는 제 1 RF 수신기 회로(222, 224, 226)에 의해 상기 제 1 안테나(220)에 결합되는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)는 상기 제 2 안테나(240)로부터 온 RF 신호를 수신하고 디지털 기저대역 신호로 상기 RF 신호를 변환할 수 있는 제 2 RF 수신기 회로(242, 244, 246)에 의해 상기 제 2 안테나(240)에 결합되는, 신호 수신을 향상시키기 위한 장치.

청구항 9

제 1 안테나(220)에 결합되고, 상기 제 1 안테나(220)로부터 온 제 1 RF 신호를 수신하고, 제 1 디지털 기저대역 신호로 상기 제 1 RF 신호를 변환할 수 있는 제 1 RF 수신기 회로(222, 224, 226):

제 2 안테나(240)에 결합되고, 상기 제 2 안테나(240)로부터 온 제 2 RF 신호를 수신하고, 제 2 디지털 기저대역 신호로 상기 제 2 RF 신호를 변환할 수 있는 제 2 RF 수신기 회로(242, 244, 246):

왜곡들을 최소화하기 위해 상기 제 1 디지털 기저대역 신호를 수정할 수 있는 등화 회로를 포함하는, 상기 제 1 디지털 기저대역 신호를 수신할 수 있는 제 1 피드포워드 등화기 회로(228):

왜곡들을 최소화하기 위해 상기 제 2 디지털 기저대역 신호를 수정할 수 있는 등화 회로를 포함하는, 상기 제 2 디지털 기저대역 신호를 수신할 수 있는 제 2 피드포워드 등화기 회로(248):

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에 결합된 제 1 입력 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에 결합된 제 2 입력을 가지는 가산기(250, 320)로서, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)로부터 온 상기 수정된 신호와 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)로부터 온 상기 수정된 신호를 합할 수 있는 상기 가산기(250, 320):

상기 가산기(250, 320)의 출력에 결합되어 상기 가산기(250, 320) 출력 상의 신호를 모니터링 할 수 있는 결정 장치(330)로서, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248) 중 적어도 하나에 있는 왜곡들을 최소화하기 위해, 상기 가산기(250, 320) 출력 신호의 값에 응답하여, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248) 중 적어도 하나에서의 등화기 계수들을 수정하는 상기 결정 장치(330):

상기 결정 장치(330)로부터 온 출력 신호를 수신하고 디코딩할 수 있는, 상기 결정 장치(330)에 결합된 MPEG-2 디코더(620): 및

상기 MPEG-2 디코더(620)로부터 온 디코딩된 출력 신호를 수신하고 디스플레이 할 수 있는, 상기 MPEG-2 디코더(620)에 결합된 비디오 디스플레이 유닛(630)을 포함하는,

텔레비전 수신기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 결정 장치(330)의 출력 신호를 수정하는 등화 회로를 포함하는, 상기 결정 장치(330)에 결합된 피드백 등화기 회로(340)로서, 상기 가산기(250, 320)의 제 3 입력이 상기 피드백 등화기 회로(340)의 출력에 결합된 상기 피드백 등화기 회로(340)를 더 포함하는, 텔레비전 수신기.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 결정 장치(330)는 적응 알고리즘을 실행할 수 있는 마이크로프로세서를 포함하는, 텔레비전 수신기.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 적응 알고리즘은 최소 자승법을 이용하는, 텔레비전 수신기.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 마이크로프로세서는 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228), 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248), 및 상기 피드백 등화기 회로(340)에서의 상기 등화기 계수들을 조절할 수 있는, 텔레비전 수신기.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228), 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248), 및 상기 피드백 등화기 회로(340) 중 적어도 하나는 선형 횡단 등화기(linear transversal equalizer)를 포함하는, 텔레비전 수신기.

청구항 15

제 1 안테나(220)로부터 온 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에서 상기 신호를 수정하는 단계:

제 2 안테나(240)로부터 온 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서 상기 신호를 수정하는 단계:

상기 수정된 신호들의 합을 형성하기 위해 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)로부터 온 상기 수정된 신호와 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)로부터 온 상기 수정된 신호를 합하는 단계:

상기 수정된 신호들의 상기 합을 결정 장치(330)에서 모니터링 하는 단계: 및

상기 수정된 신호들의 상기 합의 값에 응답하여, 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248) 중 적어도 하나로부터 온 간섭 신호들을 감소시키기 위해 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서의 등화기 계수들을 수정하는 단계를 포함하는,

상기 제 1 안테나(220) 및 상기 제 2 안테나(240)를 가지는 신호 수신기에서 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

등화기 계수들을 수정하는 상기 단계는:

적응 알고리즘으로 상기 수정된 신호들의 상기 합에 대한 보정들을 계산하는 단계: 및

상기 계산된 보정들을 이용하여 상기 수정된 신호들의 상기 합의 부분들의 값들을 바꾸는 단계를 포함하는, 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

적응 알고리즘으로 상기 신호에 대한 보정들을 계산하는 상기 단계는 최소 자승법을 이용하는 적응 알고리즘을 사용하여 실행되는, 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 18

제 1 안테나(220)에 의해 수신된 RF 신호를 제 1 디지털 기저대역 신호로 저역-변환하는(down-converting) 단계:

제 2 안테나(240)에 의해 수신된 RF 신호를 제 2 디지털 기저대역 신호로 저역-변환하는(down-converting) 단계:

상기 제 1 디지털 기저대역 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에서 상기 제 1 디지털 기저대역 신호를 수정하는 단계:

상기 제 2 디지털 기저대역 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서 상기 제 2 디지털 기저대역 신호를 수정하는 단계:

합성 기저대역 신호를 생성하기 위해 상기 제 1 디지털 기저대역 신호 및 제 2 디지털 기저대역 신호를 합하는 단계:

상기 합성 기저대역 신호를 결정 장치(330)에서 모니터링 하는 단계: 및

상기 합성 기저대역 신호의 값에 응답하여, 상기 합성 기저대역 신호에 있는 간섭 신호들을 감소시키기 위해 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228) 및 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서의 등화기 계수들을 수정하는 단계를 포함하는.

상기 제 1 안테나(220) 및 상기 제 2 안테나(240)를 가지는 신호 수신기에서 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

등화기 계수들을 수정하는 상기 단계는:

적응 알고리즘으로 상기 수정된 신호들의 상기 합에 대한 보정들을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 보정들을 이용하여 상기 수정된 신호들의 상기 합의 부분들의 값들을 바꾸는 단계를 포함하는. 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

적응 알고리즘으로 상기 신호에 대한 보정들을 계산하는 상기 단계는 최소 자승법을 이용하는 적응 알고리즘을 사용하여 실행되는. 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

청구항 21

제 1 안테나(220)로부터 온 제 1 아날로그 신호를 복조하는(demodulating) 단계:

상기 제 1 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계:

상기 제 1 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)에서 상기 제 1 신호를 수정하는 단계:

제 2 안테나(240)로부터 온 제 2 아날로그 신호를 복조하는 단계:

상기 제 2 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계:

상기 제 2 신호에 있는 왜곡들을 보정하기 위해 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)에서 상기 제 2 신호를 수정하는 단계:

상기 수정된 제 1 신호와 상기 수정된 제 2 신호를 합하는 단계:

조합된 신호를 생성하기 위해 상기 수정된 제 1 신호와 상기 수정된 제 2 신호의 합에 피드백 등화기 회로(340)로부터 온 피드백 신호를 합하는 단계:

적응 알고리즘을 가지는 결정 장치(330)에서 상기 제 1 피드포워드 등화기 회로(228)의 계수들을 조절함으로써, 상기 제 2 피드포워드 등화기 회로(248)의 계수들을 조절함으로써, 그리고 상기 피드백 등화기 회로(340)의 계수들을 조절함으로써 상기 조합된 신호를 수정하는 단계를 포함하는.

상기 제 1 안테나(220) 및 상기 제 2 안테나(240)를 가지는 신호 수신기에서 신호 수신을 향상시키기 위한 방법.

요약

신호 수신기에 있어서 신호 수신을 향상시키기 위한 장치 및 방법이 공개된다. 상기 장치는 빔형성 회로 및 결정 피드백 등화기 회로를 포함한다. 상기 빔형성 회로는 안테나, 중간 주파수(IF) 믹서, 및 피드포워드 등화기 회로에 결합될 수 있는 고주파(RF) 튜너를 가지는 각 회로 브랜치를 가진 두 개의 회로 브랜치들 및 가산 회로를 포함한다. 상기 결정 피드백 등화기 회로에서, 가산 회로의 출력에 결합된 결정 장치는 간섭 신호의 방향으로 전기적으로 널을 형성함으로써 간섭 신호를 감소시키기 위해 상기 피드포워드 등화기 회로들에 있는 등화기 계수들을 수정한다.

대표도

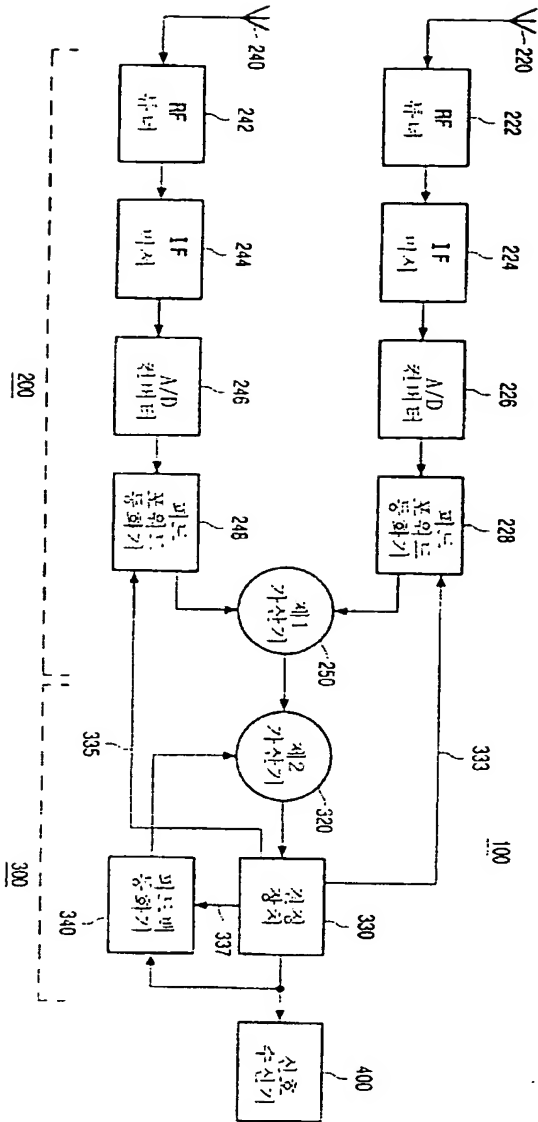
도 1

색인어

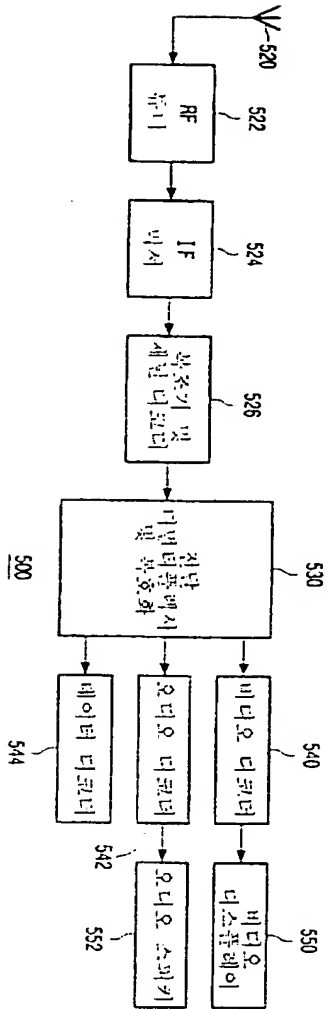
잔류 측파대(vestigial sideband), 반송 주파수(carrier frequency), 결정 피드백 등화기 회로(decision feedback equalizer circuit), 빔형성 회로(beamforming circuit), 피드포워드 등화기 회로(feedforward equalizer circuit), 피드백 등화기 회로(feedback equalizer circuit), 아날로그-디지털 컨버터(analog-to-digital converter), 가산 회로(adder circuit), 선형 횡단 등화기(Linear Transversal Equalizer), 최소 자승 알고리즘(Least Mean Squares Algorithm), 블라인드 적응 알고리즘(blind adaptation algorithm)

도면

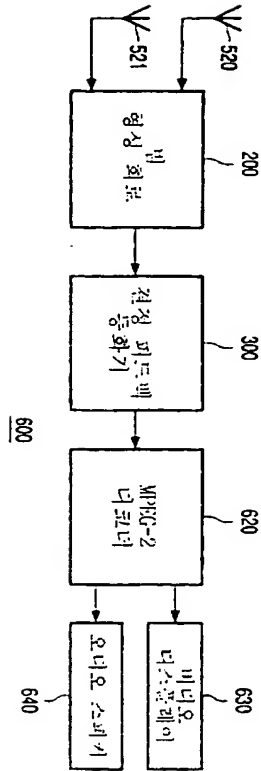
도면1



도면2



도면3



도면4

